

中層住宅用直接押上形油圧式エレベーターの開発

Development of Oil-Hydraulic Elevator for Low-rise Residential Building

日立製作所では、住宅ビル用エレベーターシリーズの一環として、4～5階床を対象に中層住宅用エレベーターを開発し、機種に直接押上形油圧方式を採用して高さ制限、建屋頂部の懸垂荷重など、小規模ビルの計画上の問題を解決した。

本開発の重点は住宅ビルにみあった経済性と、安全性の向上にある。すなわち、かご内への閉じ込めなどに対する乗客の不安感を無くすため、停電時自動着床装置に代表される20項目の安全装置を織り込み、かつ部品数の低減、定格のディレーティングにより、エレベーターシステムとしての安全性を高めている。

また居住性に関連する騒音については、油圧装置に対し防振、防音を施し、居室への伝播を防いでいる。

木戸 康夫* Kido Yasuo
新 悦雄* Atarashi Etsuo
中平等 明* Nakahira Akira
中村立雄** Nakamura Tatsuo

1 緒 言

我が国における4～5階床の中層住宅ビルの建設は年間5,000棟を超える。従来、エレベーターは6階以上の住宅ビルには広く普及していたが中層住宅ビルには比較的高級なマンションなどにはわずかに設置(設置率1%)されているだけで、建築設備計画へ積極的に取り入れられない実情にあった¹⁾。この理由は、エレベーターの便利さは十分認められながら、設置費用を負担する戸数が少ないため、価格や維持費の面で割高になること、また住宅環境を考慮した使いやすさなど、実用面での検討が十分でないことに起因するものと考えられる。

一方、欧米ではこの分野にもエレベーターが普及しており、米国ではアパート居住者の縦の交通機関として利用されている。

これら内外の情勢を分析の上、今回開発した中層住宅ビル用エレベーターは機種に直接押上形油圧方式を採用した。この方式は、原理的に経済性と信頼性に優れ、また建屋への荷重を最下部ピットで受ける構造となり、プレハブ建築などの近代工法にも十分マッチするものである。

以下、本エレベーターについて、開発過程で特に留意した安全性及び省電力に対するかご構造の軽量化を中心に述べる。

2 エレベーターの計画

2.1 機種の選定

図1に示した3機種に対し、住宅ビル用としての得失について比較した。同図(a)の電動ロープ式エレベーターは、我が国で最も広範に普及しているが、懸垂荷重を建屋頂部で受けること、日照権問題が付随することなど中層ビル用として不適要素がある。

一方、油圧方式は建屋頂部、壁面に荷重が加わらず、機械室を任意の位置に設置することが可能なため、建築計画上有利である。特に同図(b)の直接押上形油圧式エレベーターは、構造がシンプルで原理的に経済性、信頼性に優れた特長をもっている。図2に機種選定の手順をまとめて示す。

2.2 定員と速度

表1に本エレベーターの仕様を示す。

住宅ビル用エレベーターは乗客の運搬に加え、日常使用する乳母車や引越時の荷運びも考慮して、かごのサイズを決める必要がある。表2はエレベーターの定員に対する日常家具の積載可否を示したものである。定員6人の場合は、ピアノ(88鍵)寸法以外の家具の運搬が可能であり、また住宅用エレ

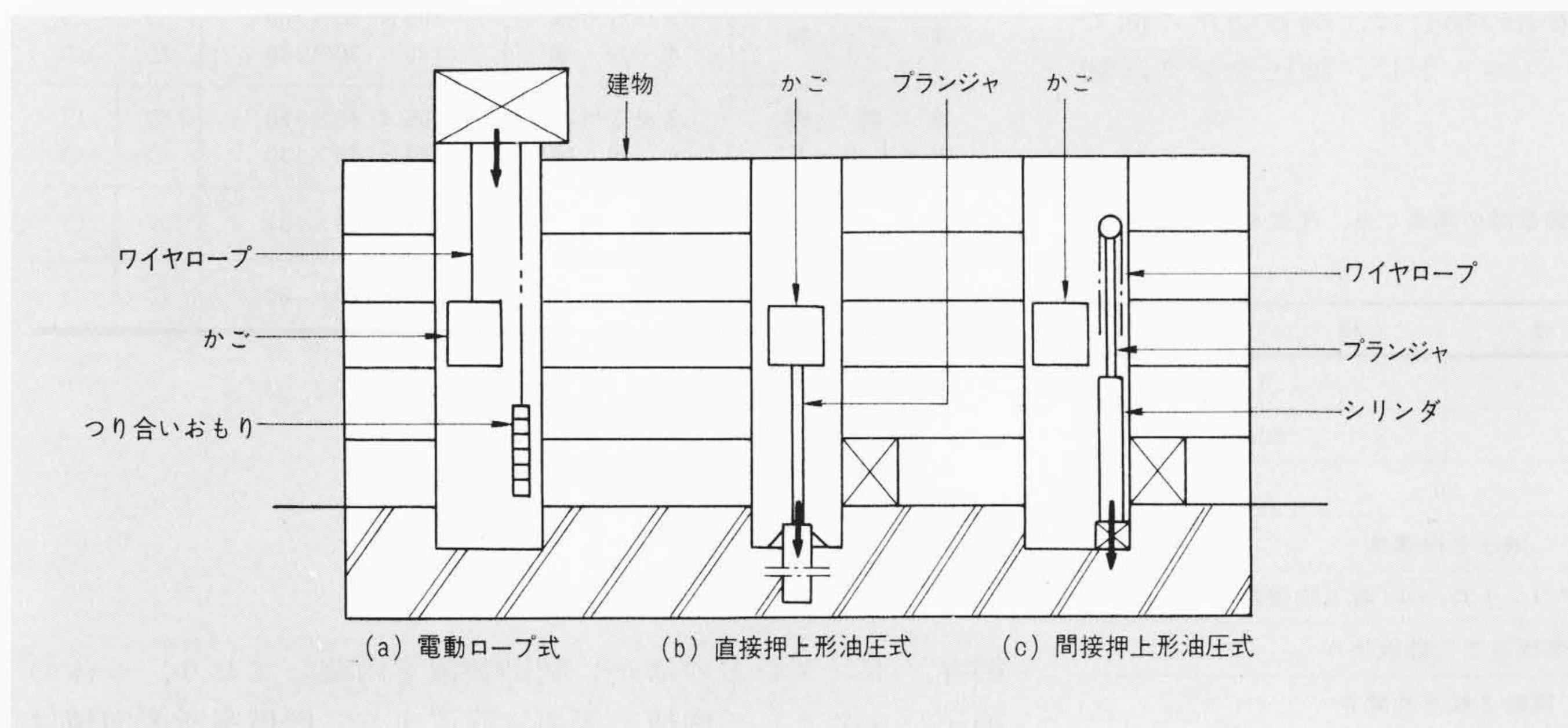


図1 エレベーターの種類と建物との関係 ↓印は建屋への荷重を、☒印は機械室の位置を示す。

* 日立製作所水戸工場 ** 日立製作所機電事業本部

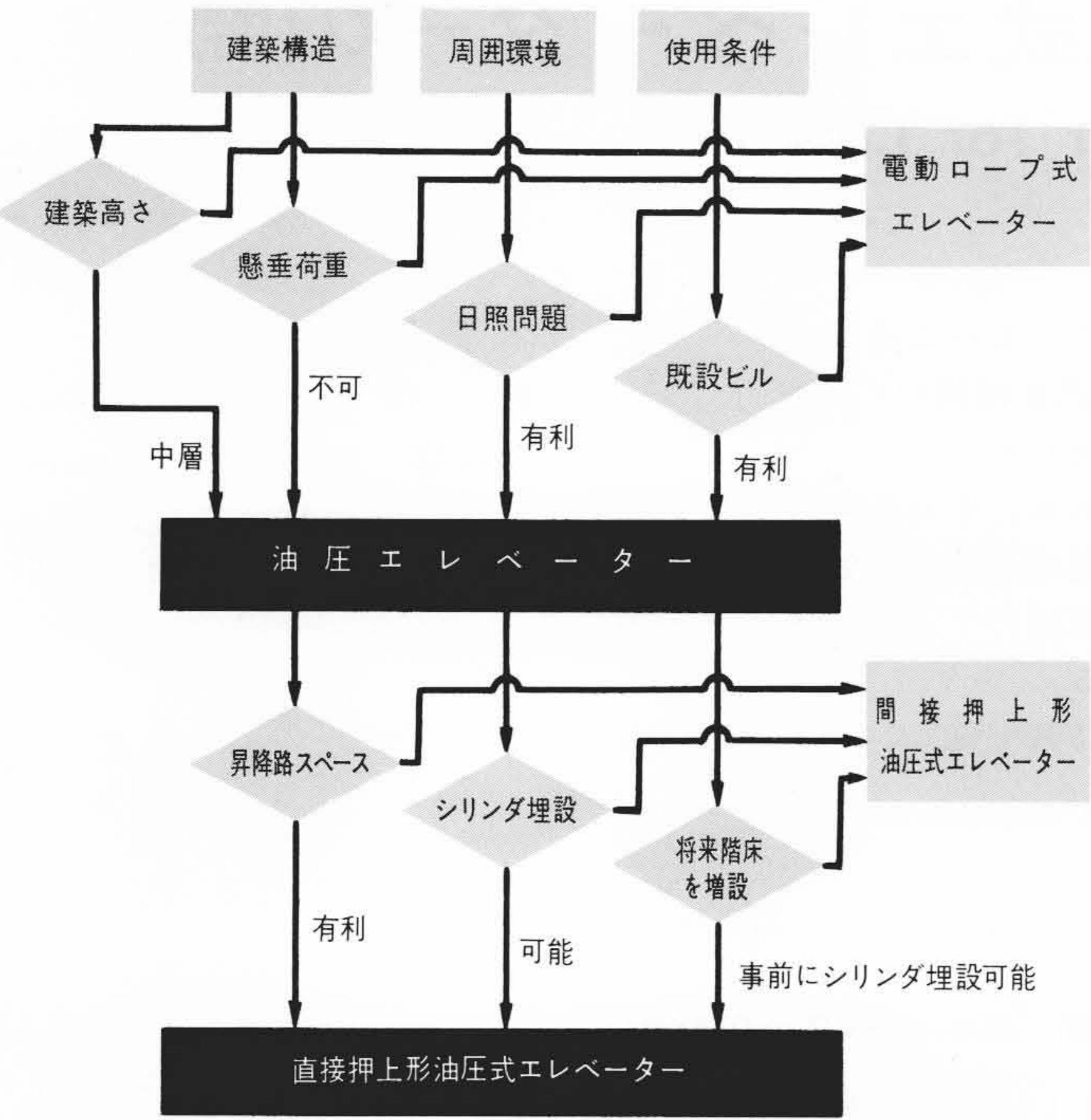


図2 機種選定のフローチャート。油圧エレベーターは建築計画に、種々の特長をもっている。特に直接押し上り形は、昇降路スペースが小さくなり、有利である。

エレベーターのJIS規格に合わせて6人、9人の2機種を選定した。一方、速度に対する輸送能力と電力消費量の関係を図3に示す。5分間の輸送能力は速度30m/minで居住人口(120人、3、4、5階合計30戸)の9%となり、ピーク時に必要とされているJIS推奨能力5~7%に対し余力がある。これを電力消費量でみるとほぼ速度に比例して増加していく。したがって、輸送能力、維持費低減の両面から、速度を30m/minに設定した。

2.3 全体構造

図4にエレベーターの全体据付図を示す。昇降路ピットにはシリンダを埋設し、かごはプランジャで直接支えられる。全荷重はピット床へ加わり、負荷による若干のアンバランス荷重及び地震時の横荷重がガイドレールを介して昇降路側壁へ伝達される。機械室は、通常昇降路に隣接して1階に配置されるが、油送管を配管することにより階段下などのスペースを利用して、独立の機械室を計画することが可能である。また地階機械室の場合は、騒音防止の面で有利に計画できる。油圧パワーユニットは、油圧タンク、制

表1 標準仕様 輸送能力、維持費低減の両面から、速度を30m/minに設定してある。

項目	仕様	
定員(人)	6	9
積載荷重(kg)	450	600
速度(m/min)	30	
制御方式	油圧2段速度	
運転方式	コレクティブコントロール(最下階復帰式)	
かご意匠	側板日立化粧板張り	
ドア形式	電動2枚戸片開き	
最大行程(m)	12(5停止)	
警報装置	インターホン	
電源	AC200~220V 50/60Hz	

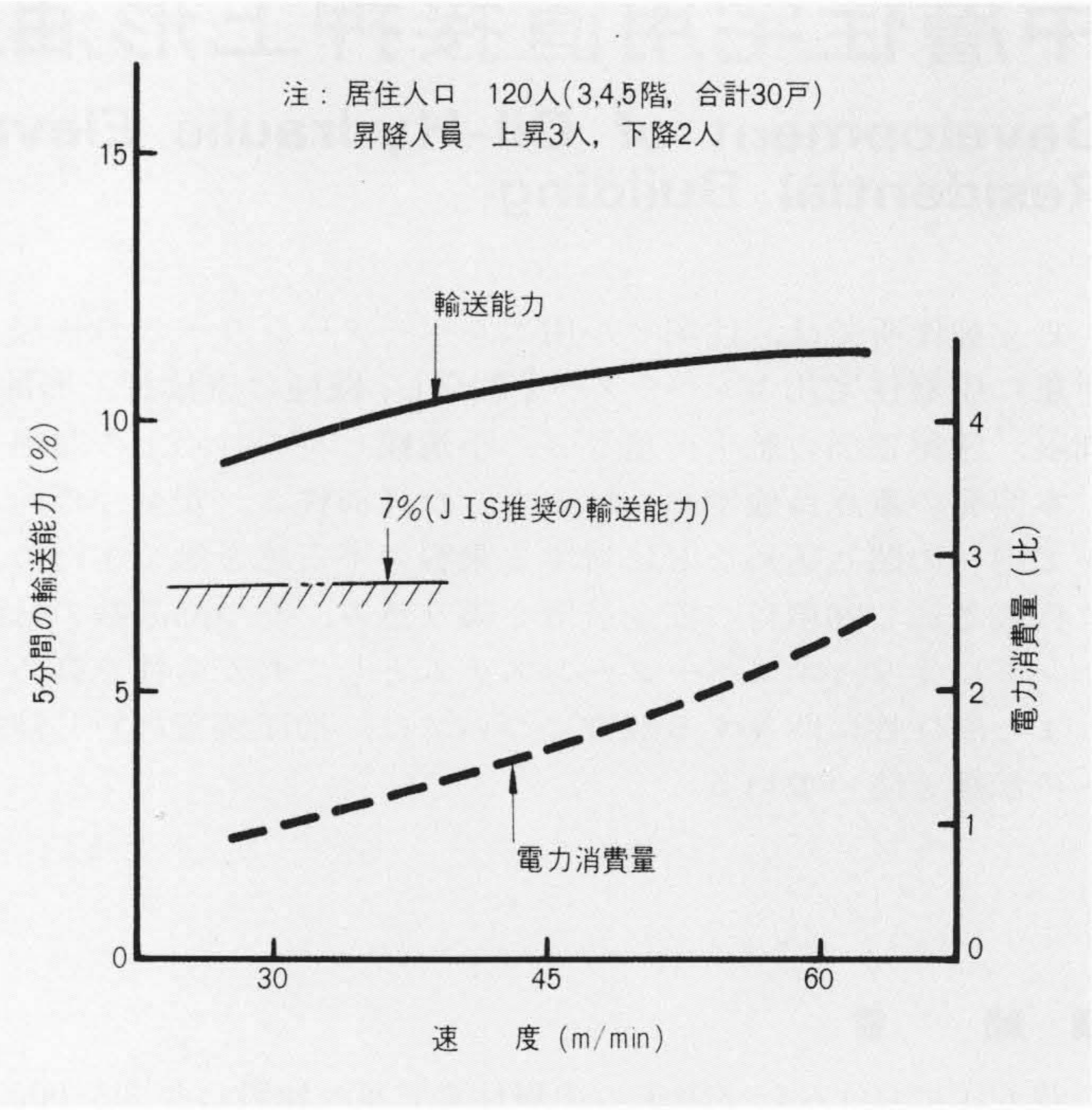


図3 速度に対する輸送能力と電力消費量の関係 5階床以下の住宅ビルでは、速度30m/minでも輸送能力に余裕がある。

表2 エレベーターの定員に対する家具の積載可否 定員6人のかごは、ピアノ(88鍵)寸法以外の日常家具を積載できる。

項目		寸法(大形のもの)	定員(人)	
品名	種別	間口×奥行×高さ(cm)	6	9
ベッド (マットスプリングのみ)	セミダブル	120×200×25	○	○
	ダブル	140×200×25	○	○
ソファ	2人掛け	150×90×75	○	○
	3人掛け	185×90×75	○	○
机	片袖 一般	120×90×75	○	○
和ダンス 整理ダンス	3尺5寸幅	105×45×130	○	○
	4尺(関西)	120×45×130	○	○
洋ダンス	3尺5寸幅	105×60×135	○	○
	4尺(関西)	120×60×135	○	○
本箱	3尺5寸幅	105×30×180	○	○
	4尺幅	120×30×180	○	○
食器棚 サイドボード	3尺5寸幅	105×45×130	○	○
	4尺幅	120×45×130	○	○
ピアノ	88鍵	155×68×131	×	○
乳母車	—	35×120×60	○	○

注: 1. かご内法寸法
定員6人 間口1,050mm×奥行1,150mm
定員9人 間口1,050mm×奥行1,520mm
2. ○印は積載可能 ×印は積載不可能

御弁、ポンプなどのほかに制御装置を内蔵しており、一体の油圧パックとして機械室床面に設置する。機械室所要面積は約3.4㎡で、従来形の床面積に対し1/3に小形化できる。これはスペース効率を重要視する住宅ビルの場合、特に有利な条件である。

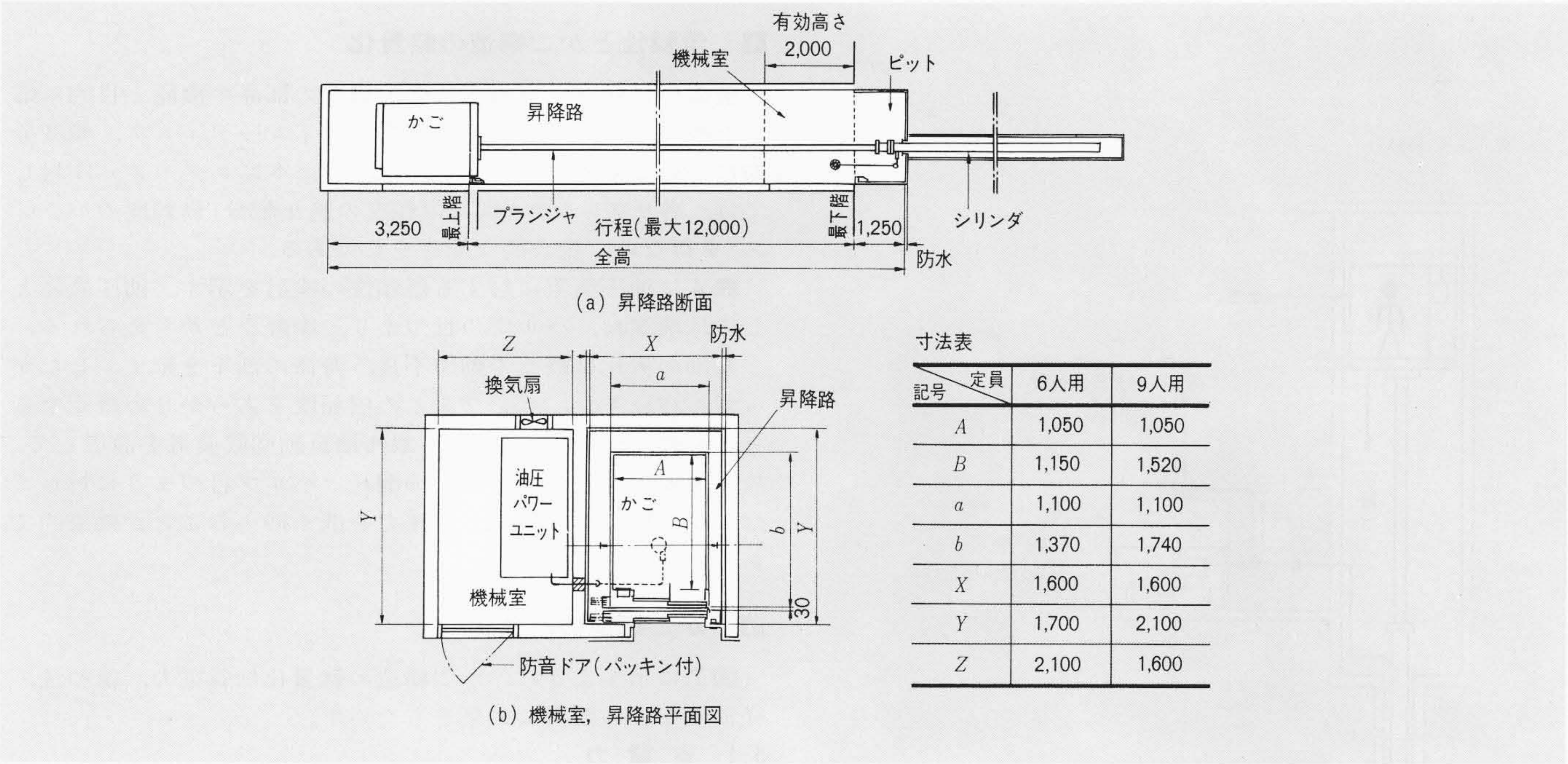


図4 エレベーターの全体据付図 昇降路スペースは、従来形の1/3に小形化してある。

3 安全性の向上

開発に当たっては、安全性の確保を最重点項目に掲げた。そのためには、

- (1) エレベーターの設置環境(住宅ビル)を考慮した、適切な安全装置を設けること。
 - (2) 安全装置の信頼度を高めること。
- が基本になる。

3.1 安全装置

本エレベーターに設置した安全装置を表3に示す。圧力及び油温の異常上昇、かご過速下降、停電、地震などの要因に対して、二重の安全装置を施してある。このうち停電時自動着床装置について説明する。

3.2 停電時自動着床装置

走行中に停電が発生すると、かごは階床間で停止する。その場合、かご内の乗客を早急に救出する必要がある。従来はかご内と外部で連絡を取り合いながら次の順序で救出していた。

- (1) 乗客が、かご内のインターホンで管理人へ通報する。
- (2) 通報により管理人がエレベーター機械室へ急行する。
- (3) 油圧パワーユニットの手動弁を操作して、かごを最下階まで下降させ乗客を救出する。

したがって、救出までに手間取る欠点があり、しかもこの種の簡易住宅ビルは、管理人が不在か又は常駐しない場合が多いため従来方式では必ずしも安全性に十分とはいえなかった。

これに対して今回開発した停電時自動着床装置は、乗客操作及び外部連絡なしで自動的にかごを最下階レベルへ下降させ、外部へ出ることを可能にしている。図5にその構造を示す。すなわち、停電が発生するとパワーユニットに内蔵してある自動着床装置が作動して、かごを自動的に安全速度で下降させる。かごは最下階着床レベルで停止し、乗客を外部へ救出することができる。下降中及び停止後はかご内に案内文字を点灯して、乗客に安心感をもたせる考慮も払ってある。救出後、停電が回復すれば、自動的に正規状態へ復帰し、機械室操作及び外部からの操作は一切不要である^{*(1)}。

表3 本エレベーターに設置した安全装置 停電、火災、地震などに対し、種々の安全装置を設置してある。

項番	目 的	安 全 装 置	備 考
1	圧力の異常上昇防止	(1)安全弁	油圧が異常に上昇した場合、自動的に作動して安全圧力に保つ。
2	かごの異常下降(負荷による沈み、過速下降)	(2)安全停止弁	動力が切れた場合、自動的に作動して油の逆流を防ぐ。
		(3)床合せ装置	かごが停止中に生ずる下降を防ぐ。
		(4)緩衝器	かごが昇降路最下部に衝突した場合、衝撃を緩和する。
3	プランジャの離脱防止	(5)プランジャストッパ	プランジャ下部へ設置して、シリンダからの離脱を機械的に防止する。
		(6)最上階強制停止装置	シリンダからの離脱を電氣的に防止する。
4	油温異常上昇の防止	(7)冷却扇	機械室の温度上昇を防止する。
		(8)電動機空転防止装置	一定時間で電動機への入力を遮断する。
		(9)かご構造の軽量化	(5.2 参照)
5	停電時の救出	(10)停電灯	かご内に設置
		(11)手動下降弁	油圧パワーユニットへ内蔵
		(12)停電時自動着床装置	同上(3.2参照)
6	過負荷防止	(13)過負荷防止装置	かご下へ設置
7	火災に対する処置	(14)煙探知器	昇降路天井へ設置
		(15)金属油送管 採用	可燃材質の配管は使わない。
		(16)火災管制運転 採用	—
8	地震に対する処置	(17)吸振形配管継手	—
		(18)油圧パワーユニット 転倒・移動防止装置	—
		(19)油送管壁面貫通部 弾性油送管固定部 支持	—
9	そ の 他	かご内・かご上非常停止装置、かご内・機械室インターホン、ドアロック装置、ドアスイッチ、各階強制停止装置、ドア反転装置	—

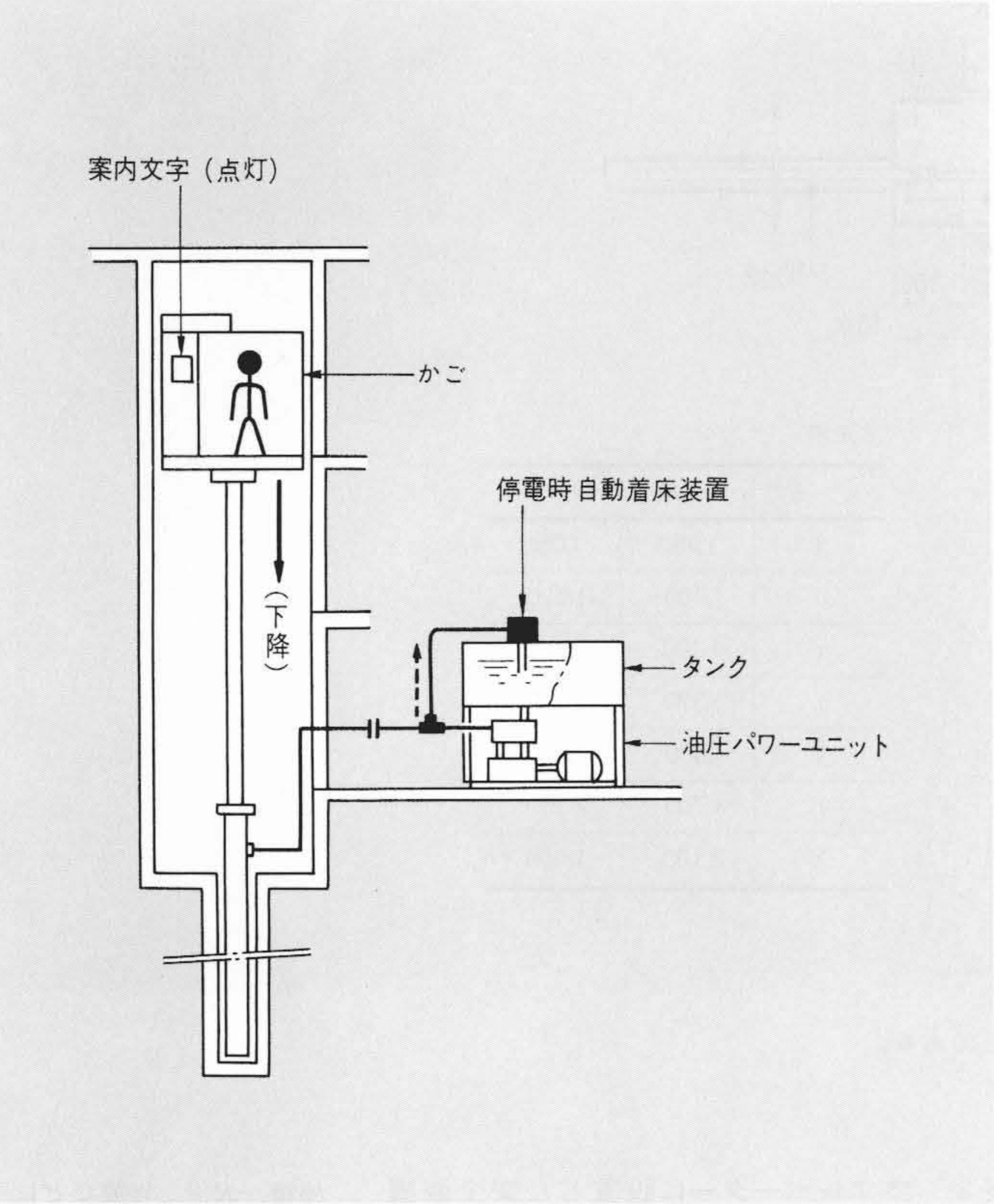


図5 停電時自動着床装置 停電時自動着床装置が作動すると、かごは自動的に最下階着床レベルまで低速で下降する。-----印は下降時の油の流れを示す。

これらの安全装置を設置することにより、住宅用エレベーターとして、従来より更に高い安全性を与え得たものと考えている。

4 信頼性とかご構造の軽量化

製品の信頼度を高めるには、個々の部品の機能と目的に応じた故障モードを設定し、定格のディレーティング、頻度分布について考慮しなければならない²⁾。本エレベーターに対しては、各サブシステム別に信頼度の適正配分(信頼度のバランス)を行ない、総合的な配慮をしてある。

表4に油圧装置に対する信頼性の検討を示す。油圧故障としては油漏れ、バルブの目づまり、摩耗などが考えられる。また油の劣化は機器の動作不良、寿命の低下を来す。したがって、パッキン、ポンプなどの信頼度をあらかじめ確認するとともに、ラインフィルタ、漏れ油自動回収装置を設置して、故障の要因を防いでいる。油漏れ、バルブ目づまりに対しては、かご構造を軽量化して圧力を低く抑えることが効果的である。

5 かご構造の軽量化

図7に示すように、かご構造の軽量化は省電力、信頼性、経済性などの要素に効果をもたらす。

5.1 省電力

油圧エレベーターの出力 S (kW)は、積載荷重 W_L (kg)、かご重量 W_C (kg)、プランジャ重量 W_P (kg)に比例する。

$$S = \frac{W_L + W_C + W_P}{6,120 \eta} \cdot V \dots\dots\dots (1)$$

ここに V :エレベーター速度(m/min)
 η :全効率

一方、プランジャの剛性は座屈荷重($W_C + W_L + 0.5 \cdot W_P$)に比例するため、かご重量の軽減はプランジャの軽量化を可能にし、出力 S に対しては二重の低減効果が得られる。

5.2 かご構造の軽量化

図7に今回開発したかごの構造について自社の従来構造と比較して示す。ベース兼用の一重床構造を採用したので、大幅な軽量化と電動機出力の低減を図ることができた。

表4 信頼性の検討 油圧装置に対する信頼性の検討結果について示す。

No.	項目	内容
1	信頼度の配分	各サブシステム(油圧装置, 電気装置, ドア装置, その他)に対し目標故障率を配分する。
2	信頼度の確認と向上	例: 油圧装置

※(1)特許出願中

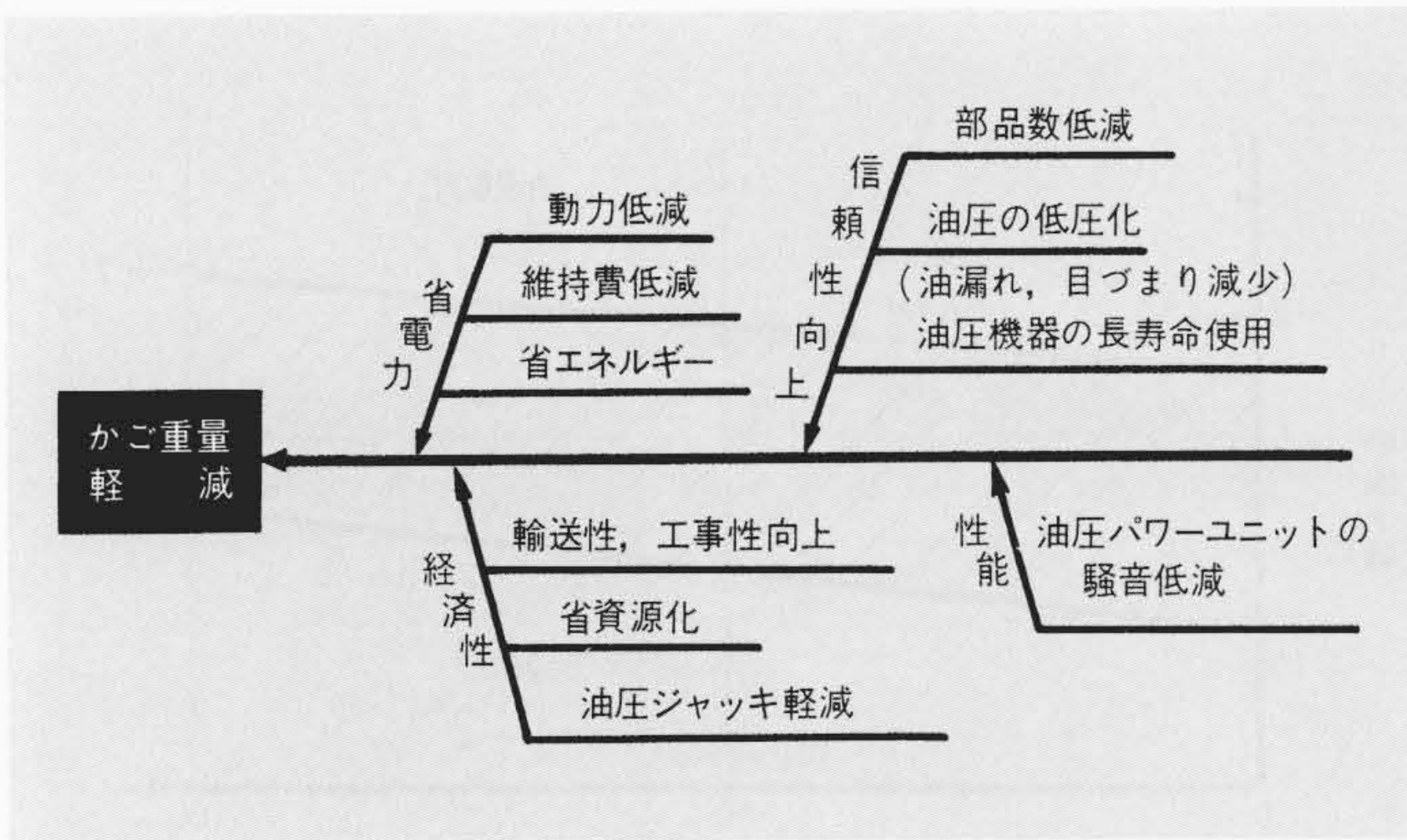


図6 かご構造の軽量化による効果 かご構造の軽量化は、省電力、信頼性などの要素に効果をもたらす。

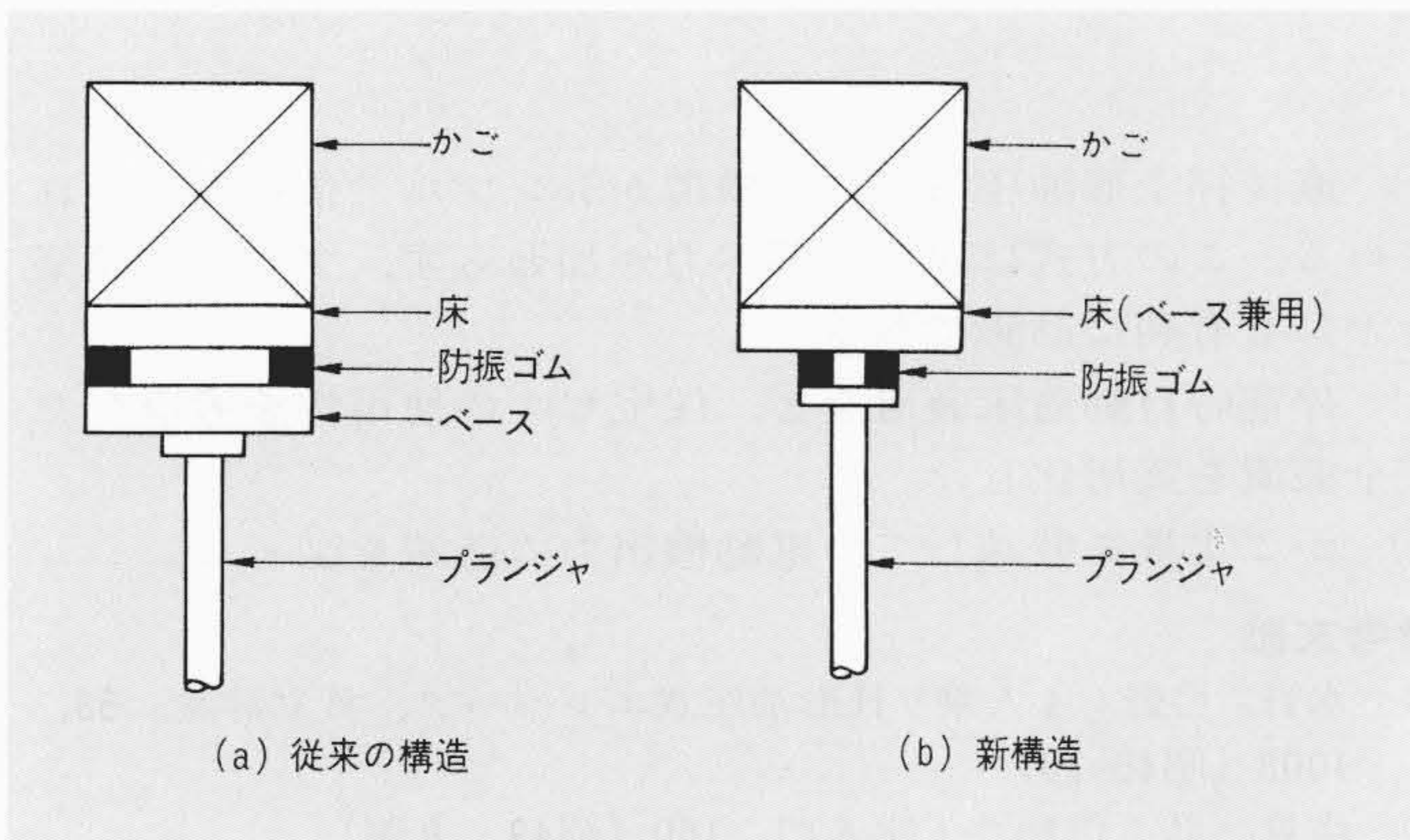


図7 軽量化設計を実施したかごの構造(特許出願中) ベース兼用の床を採用して軽量化を図った(案内レールの図示は省略)。

6 油圧制御と試験結果

図8に油圧制御回路を示す。上昇、下降の制御は速度感を強調せず、ゆっくり安定した乗心地を得るような考慮を払った。逆止め弁は油圧のシールを完全に行なうため、特殊シール弁を採用してある^{※(2)}。

消音器は油圧の圧力脈動を吸収して、かご内の騒音を低減する装置である。主回路にはラインフィルタを設けて油中の異物を取り除いている。

6.1 騒音

図9に油圧パワーユニットから発生する騒音の種類と低減策を、表5に騒音の測定結果を示す。ポンプ、電動機などの単体騒音80～85dBに対し、ユニットとしてアセンブリした状態では65dB以下を示し、吸音、防振の効果が顕著に表われている。隣室では30dB程度の暗騒音で人体には感知できず、住宅ビル用として全く問題のないことが確認された。

6.2 走行性能

図10に現地据付後の走行オシログラムを示す。上昇下降とも加減速度は0.05G以下で、油圧方式独特の円滑な特性である。

6.3 着床精度

図11は油温変動などのドリフトを含む着床誤差を示す。負荷0～100%に対し±7mmの高精度である。

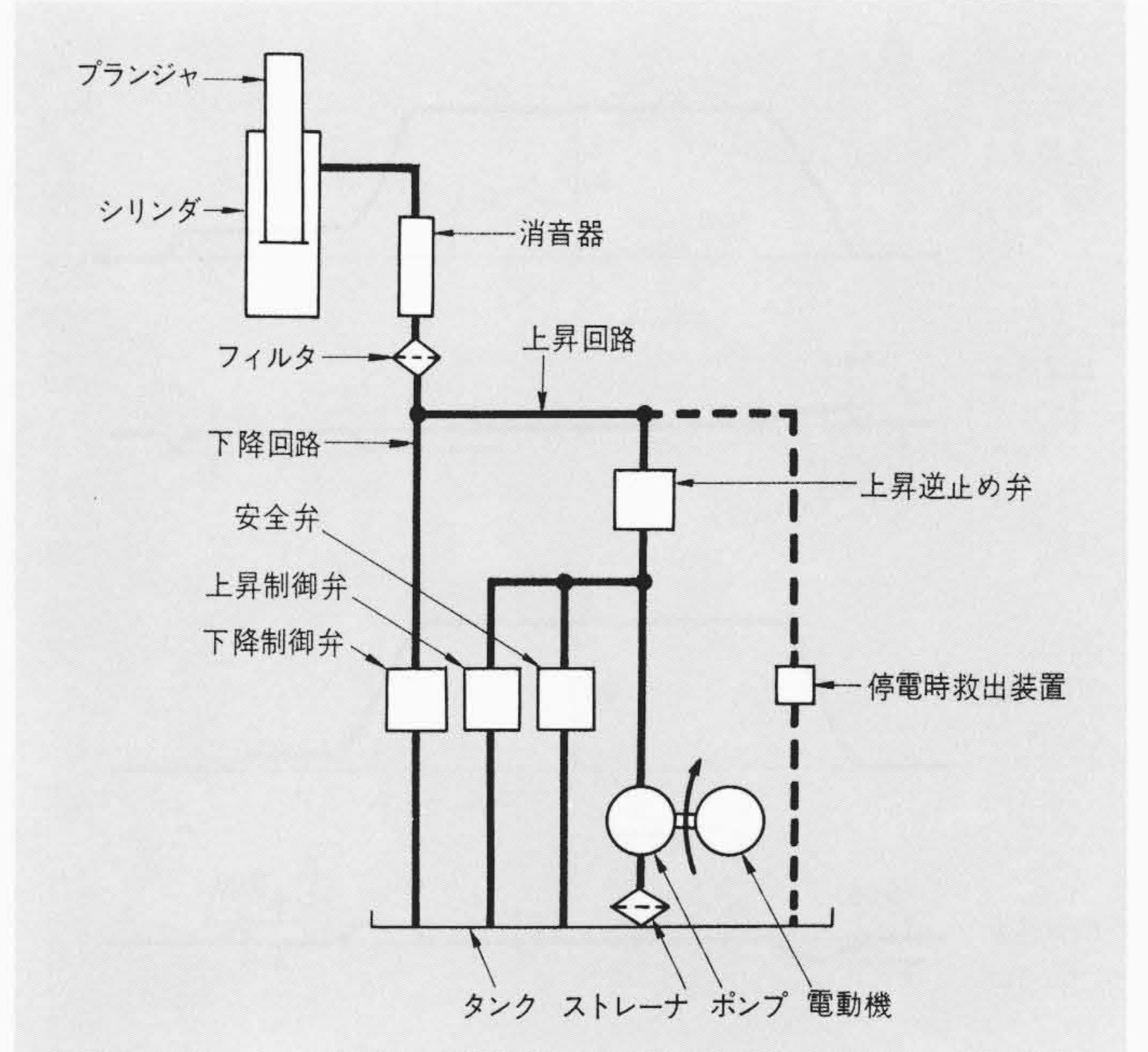


図8 油圧制御回路 上昇、下降の制御は速度感を強調せず、安定した乗心地を得るように考慮してある。

表5 油圧パワーユニットの騒音測定結果 隣室では騒音は感知されない。

	上 昇	下 降	暗騒音	備 考
機械室	62	64	45	パワーユニットから1m離れた位置で測定
隣 室	感知できず		30	壁厚150mm(コンクリート)

注：dB(Aスケール)

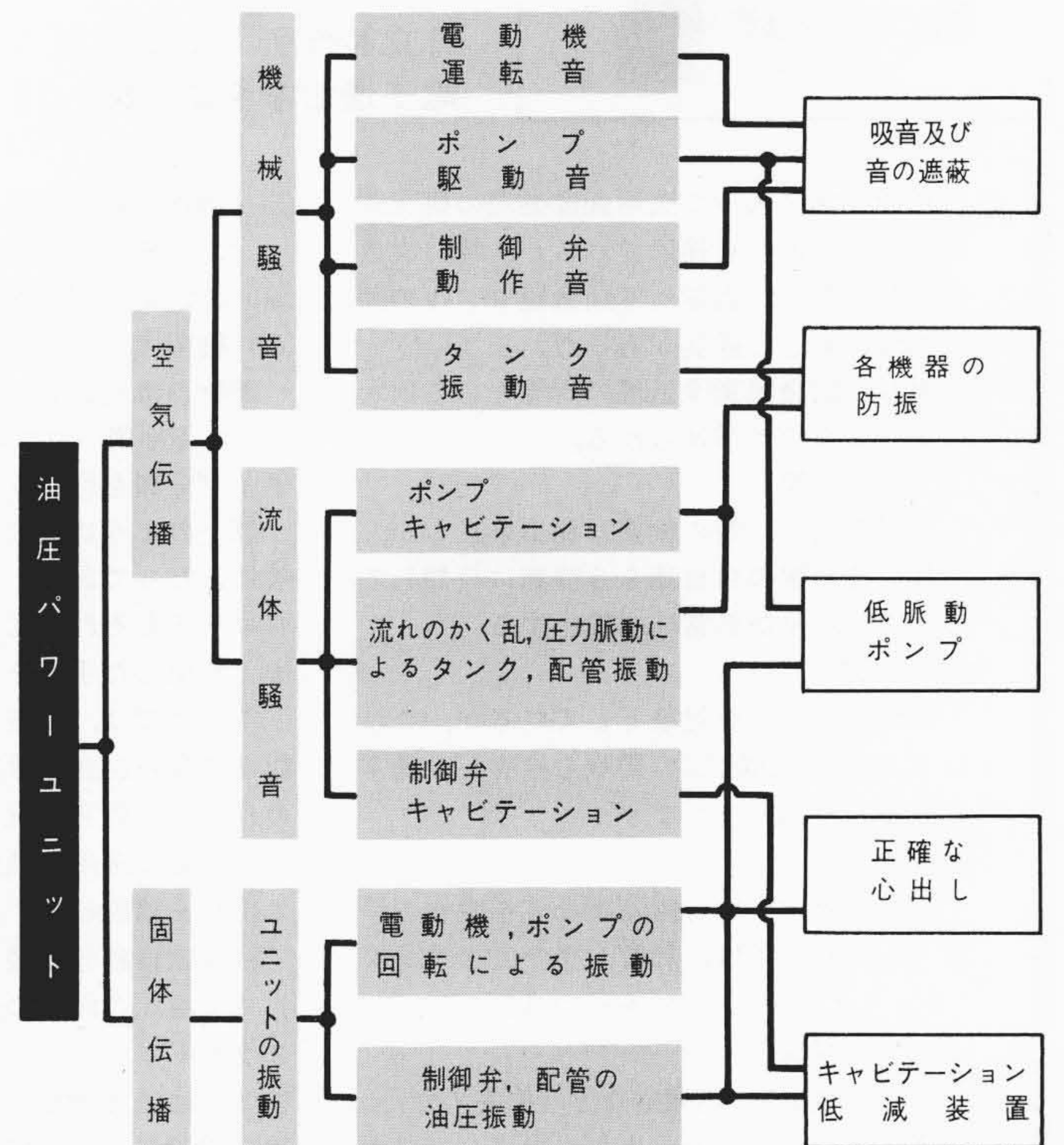


図9 油圧パワーユニットの騒音の種類と低減策 騒音の種類と伝播経路に応じて数々の低減策を実施してある。

※(2)特許出願中

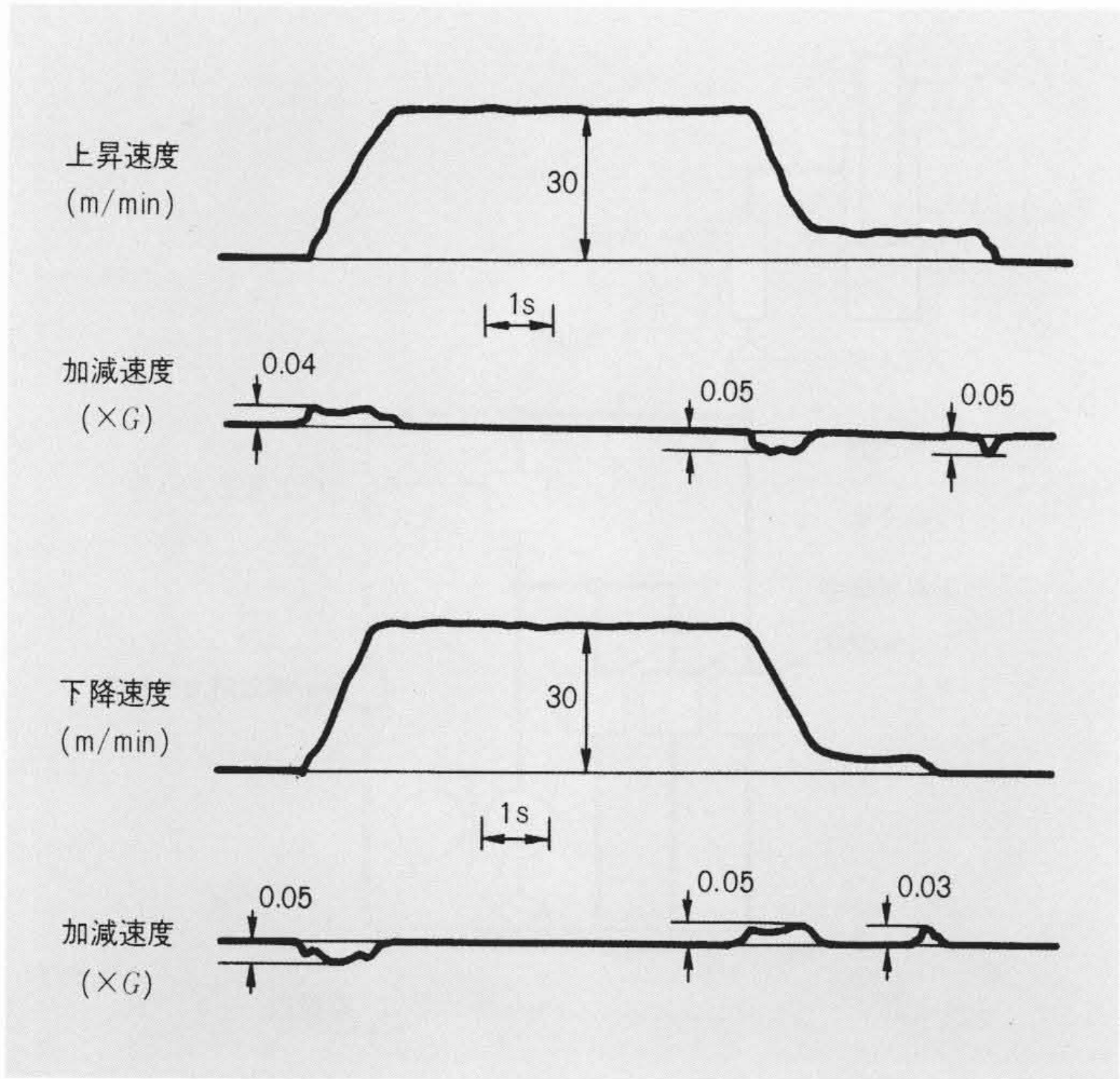


図10 走行特性(負荷100%) 加減速度0.05G以下の円滑な特性を示している。

7 結 言

4～5階床の中層住宅ビルを対象とする直接押上形油圧式エレベーターを開発し、その安全性と信頼性を中心に開発の概要を述べた。それらを要約すると次に述べるとおりである。

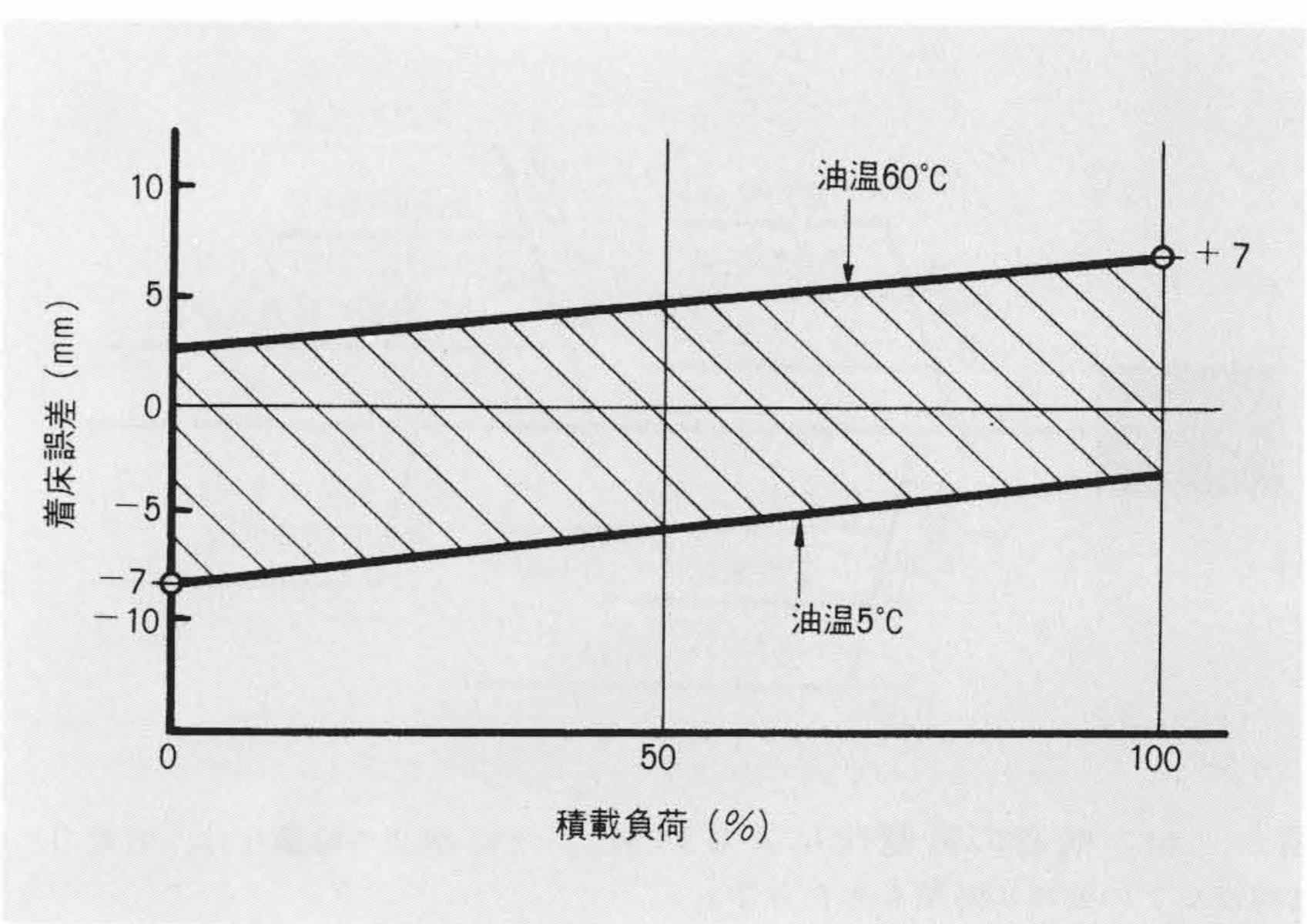


図11 着床精度 油温、負荷の変動に対し、±7mm以内の着床精度を示す。

- (1) 直接押上形油圧方式は、構造がシンプルで信頼性に優れている。この方式は建屋頂部へ力が加わらず、プレハブ建築などにも有利に計画できる。
- (2) 停電時自動着床装置など、住宅ビルの使用性を考慮した安全装置を実用化した。
- (3) かご重量を軽減して、電動機出力の低減を図った。

参考文献

- 1) 水野、弓野：4人乗りH形油圧式エレベータ，日立評論，53，1003（昭46-10）
- 2) 塩見 弘：信頼性工学入門，160（昭49 丸善）

論文抄録

顕微鏡像の処理

日立製作所 山本真司
電子通信学会誌 59—11（昭51-11）

1970年代に入って医用画像処理の研究開発は著しい進歩を遂げているが、特に白血球自動分類で代表される顕微鏡レベルの画像処理に大きな進展があった。

現在、顕微鏡画像処理の対象としては次のようなものが挙げられる。

(1) 白血球像

内科系疾患一般の検査に利用されるが、これは100個の白血球を6種類に分類して頻度計数、及び異常球を検出する。

(2) 細胞診

特に子宮がんを対象としているが、これは2,000～20,000個の細胞を検査し、異常細胞の有無判定を行なう。

(3) 染色体

先天性異常、放射線障害などを調べる手段として46染色体の計数とクラスタリング（キャリオタイピング）を行なう。

(4) 眼底写真

高血圧性疾患、糖尿病などの検査のため、眼底写真の交叉現象、出血、白斑などの異常病変の検出、定量化を行なう。

(5) 病理、組織標本

がん、その他の形態異常を起こしている箇所の定量計測などを行なう。

(6) 細菌像

薬物の毒性試験の自動化を指向したもので、培養細菌のコロニー、プラークの計数、タイプ分類を行なう。

以上のように、この分野の研究対象は多岐にわたっており、また、研究の具体的アプローチもそれぞれの対象固有の性質をうまく利用した手法をとっている。

本論文では、現在ないし将来成功する可能性の高い白血球分類と、子宮がん細胞診の自動化の研究状況を中心として詳しく解説し、更に医用顕微鏡画像処理一般について現状を解説した。

白血球自動分類装置はアメリカを中心にして実用化の段階に達している。これは、スライドガラス上に塗抹、染色された血球検体を油浸1,000倍の顕微鏡下で観察し、100～200個の白血球を分類するが、(a)赤血球の影響を除去し白血球を検出する、(b)自

動焦点調節、(c)特徴パラメータの抽出、(d)血球識別、統計処理の順に行なわれる。この装置は検査標本を一定化するため、塗抹、染色の自動機をも合わせ開発されており、総合的なシステム作りがなされている。今後の動きとしては、他の血球、すなわち赤血球、血しょう板などの識別への対象範囲拡大と、精度、速度などの一層の向上がなされるであろう。

子宮がん自動細胞診は、上記(a)を除けば白血球の場合と処理過程は基本的には同じであるが、1標本当たり3,000～20,000個の細胞を数分で検査する必要があり、処理速度に対する要求は白血球分類より厳しい。この細胞診の実用化は、標本の分散塗抹など現在未解決の前処理法の確立が前提となる。

染色体以下その他の画像処理は、当面、完全自動化システムよりマンマシンシステムのほうが有効と考えられているが、この場合、両者のインタラクションをどういう形でとるかが重要な問題である。